



カンキツ新品種 '西南のひかり'

著者	吉岡 照高, 松本 亮司, 國賀 武, 山本 雅史, 高原利雄, 吉永 勝一, 山田 彬雄, 三谷 宣仁, 奥代 直巳, 稗圃 直史, 池宮 秀和, 今井 篤, 深町 浩, 内原 茂, 野中 圭介
雑誌名	果樹研究所研究報告
巻	19
ページ	11-22
発行年	2015-03-20
URL	http://doi.org/10.24514/00002165

doi: 10.24514/00002165

原著論文

カンキツ新品種 ‘西南のひかり’

吉岡照高・松本亮司^{†1}・國賀 武^{†2}・山本雅史^{†3}・高原利雄^{†4}・吉永勝一^{†5}・山田彬雄^{†6}・
三谷宣仁^{†7}・奥代直巳^{†8}・稗圃直史^{†9}・池宮秀和^{†10}・今井 篤・深町 浩・内原 茂^{†8}・野中圭介*

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

果樹研究所カンキツ研究領域

859-2501 長崎県南島原市口之津町

New Citrus Cultivar ‘Seinannohikari’

Terutaka YOSHIOKA, Ryoji MATSUMOTO, Takeshi KUNIGA, Masashi YAMAMOTO, Toshio TAKAHARA,
Katsuichi YOSHINAGA, Yoshio YAMADA, Nobuhito MITANI, Naomi OKUDAI, Naofumi HIEHATA,
Hidekazu IKEMIYA, Atsushi IMAI, Hiroshi FUKAMACHI, Shigeru UCHIHARA and Keisuke NONAKA

Citrus Research Division, Institute of Fruit Tree Science,
National Agriculture and Food Research Organization (NARO)
Minamishimabara, Nagasaki 859-2501, Japan

Summary

‘Seinannohikari’ is a new early-ripening citrus (*Citrus* spp.) cultivar released by the National Agriculture and Food Research Organization, Institute of Fruit Tree Science (NIFTS). It originated from a cross between EnOw No. 21 [‘Encore’ (*C. nobilis* × *C. deliciosa*) × ‘Okitsu wase’ (*C. unshiu*)] and ‘Youkou’ [‘Kiyomi’ (*Citrus* sp.) × ‘Nakano No.3’ (*C. reticulata*)] that was performed in 1988 at the Kuchinotsu Branch Fruit Tree Research Station. It was initially selected in 1995, when it was designated Kankitsu Kuchinotsu No.26, and starting in 1996, was included in the 8th National Citrus Selection Trial, which was conducted at 28 experimental stations in Japan. It was ultimately selected in July 2006, and released as ‘Seinannohikari’, which was authorized under the name

(2014年6月18日受付・2014年11月10日受理)

^{†1} 現 株式会社果豊研究所 熊本県熊本市

^{†2} 現 近畿中国四国農業研究センター 香川県善通寺市

^{†3} 現 鹿児島大学農学部 鹿児島県鹿児島市

^{†4} 現 熊本県農業研究センター果樹研究所 熊本県宇城市

^{†5} 元 果樹研究所

^{†6} 故人

^{†7} 現 果樹研究所 栽培・流通利用研究領域 茨城県つくば市

^{†8} 元 果樹試験場

^{†9} 現 長崎県農林技術開発センター 長崎県大村市

^{†10} 元 沖縄県農業試験場 沖縄県名護市

* Corresponding author. E-mail: nonakak6@affrc.go.jp

Mikan Norin No.16 in March 2008, and subsequently registered as new variety with No.17969 under the Plant Variety Protection and Seed Act of Japan on 19 March 2009.

The tree has weak to medium vigor with a shape of intermediate between upright and spreading. The fruit weights about 180 g and has compressed shape. The rind is dark orange, about 2 mm thick, and easily peelable. The fruit surface is intermediate between smooth and rough. The fruit ripens in early- to mid-December at Minamishimabara, Nagasaki, Japan. The soluble solids content in juice is high (12 to 13%) and the acidity decreases to less than 1.0% in the ripe fruit. The flesh is very soft and juicy with distinctive flavor. β -cryptoxanthin content in the flesh was high (2.76 mg/100g fresh weight [FW]). The fruit usually contains a few seeds. Field results suggest that the cultivar should be grown in fertile soil because the tree is not vigorous.

Key Words: *Citrus*, mandarin, early-ripening, fruit breeding, new cultivar, β -cryptoxanthin

緒 言

わが国で生産されているカンキツ類の品種は栽培面積でおよそ2/3が年内に成熟するウンシュウミカンの品種群で占められており、残りの1/3が中晩生カンキツ、すなわち主に年明け以降に成熟する品種で構成されている(農林水産省, 2012)。かつて年明け以降に成熟する中晩生カンキツの中心であったナツミカン、ハッサク、イヨ、ネーブルオレンジの2011年における栽培面積はそれぞれ2,010 ha, 1,775 ha, 3,319 ha および481 ha であり、ピーク時の15,100 ha (1975年), 9,140 ha (1985年), 11,500 ha (1988年) および4,250 ha (1986年) と比べるとそれぞれ13%, 19%, 29% および11% にまで減少してきた(農林水産省, 2013)。

我が国におけるカンキツ類の交雑育種は1937年に農林省園芸試験場(現 農研機構果樹研究所カンキツ研究興津拠点)において開始され、栽培性などのウンシュウミカンの優れた諸特性にオレンジ類の優れた芳香性を併せ持つタンゴールの育成、あるいはグレープフルーツやブント類の肉質と大果性を兼ね備えたタンゼロの育成を狙いとして交配が行われた(Nishiura, 1964)。その結果、単胚性であるタンゴール農林1号‘清見’(西浦ら, 1983)が育成され、わが国のカンキツ交雑育種は大きく発展した。

果樹試験場口之津支場(現 果樹研究所カンキツ研究口之津拠点)では興津支場(現 果樹研究所カンキツ研究興津拠点)よりも温暖な気候を利用し、1960年代から70年代にかけてウンシュウミカンやブント類、ハッサク、イヨ、スイートオレンジ類などを育種親として用いて主に晩生カンキツ品種の育成を目的として交雑育種が行われてきた。その後、‘清見’などを交配母本として利用し、高糖度や柔軟多汁な肉質、香気を有するといっ

た果実の高品質化、無核性や剥皮性などの食べやすさの改良、果実重や果皮の粗滑、果皮色などの外観向上などを育種目標として重視し、交雑育種が行われてきた(Okudai, 1982)。その結果、‘不知火’(松本, 2001), ‘せとか’(松本ら, 2003)といった優良品種が育成され、中晩生カンキツ全体の栽培面積が減る中、在来のカンキツ品種と入れ替わり、その栽培面積を伸ばしてきた。また、最近では果皮が滑らかで果皮色が濃橙から淡赤橙と外観の美しい‘麗紅’(吉岡ら, 2009)が育成され、今後普及することが期待される。

一方で年内に成熟するカンキツ類については、消費者の嗜好の多様化や生産者の高齢化などから、2012年の栽培面積は44,600 ha と30年前の1982年と比べると4割弱にまで減少しているが、依然としてウンシュウミカンの品種群がそのほとんどを占めている。しかし、ウンシュウミカンの品種特性として100 g 前後と果実は小さく、通常の露地栽培では糖度が上がりにくく、生産地の気象や土壌の環境あるいは生産者の高品質果実生産への取り組みの有無によって果実品質に大きなばらつきが生じやすい。年内に成熟するカンキツ栽培の選択肢を広げるために果樹研究所ではこれまでも年内に成熟する早生カンキツの育成に取り組んできており、‘南香’(奥代ら, 1991), ‘早香’(奥代ら, 1991), ‘ありあけ’(山田ら, 1995)などの品種を育成してきているが、広く普及するには至っていない。‘はれひめ’(吉田ら, 2005)は12月上旬に成熟するオレンジ様の香りを持つ風味の優れた豊産性のミカンタイプの品種であり、普及が進んだが、他品種と比べて糖度が上がりにくいという欠点がある。

2000年代に入り消費者の健康志向の高まりから野菜や果物の機能性成分に注目が集まるようになり、研究が進められている。その中でもウンシュウミカンに多く含まれるカロテノイドの一種である β -クリプトキサンチ

ンは疫学研究などが数多く実施され、ウンシュウミカンの摂取量と β -クリプトキサンチンの血中濃度との関係が明らかにされるとともに (Sugiura et al., 2002a, 2002b), β -クリプトキサンチンの血中濃度が高いことと骨粗しょう症予防効果, 糖尿病予防効果との関連性が報告されている (Sugiura et al., 2004, 2006, 2008, 2011). また, カンキツ類果実におけるカロテノイド代謝に関する生理学的な研究結果も報告され, β -クリプトキサンチン高含有化のための集積特性も明らかになりつつある (Ikoma et al., 2001, Kato et al., 2004, Rodrigo et al., 2004). そこで, 果樹研究所では果実の高付加価値化を視野にいれ, 育種目標に機能性成分高含有化も加え, 育種研究, 実生選抜を進めている. Nonaka et al. (2012) はカンキツ交雑育種の育種親として利用が期待される品種・系統の β -クリプトキサンチン含量を調べ, 品種間差を明らかにした. その過程で ‘西南のひかり’ は β -クリプトキサンチンを高含有することが明らかとなった品種である.

以上のことを踏まえ, 年内に成熟し, 高糖度で食べやすいミカンタイプの育成を目指して交雑と選抜を進めた結果, 機能性成分 β -クリプトキサンチンを高含有する早生カンキツ ‘西南のひかり’ を育成したので, その経過と品種特性の概要を報告する.

謝 辞

本品種の育成にあたり, 系統適応性検定試験および特性検定試験を担当頂いた関係公立試験研究機関の各位, 並びに実生の育成, 圃場管理, 各種調査に多大の協力を頂いたカンキツ研究口之津拠点の歴代職員, 研修生諸氏に心から感謝の意を表する.

育成経過

1988年5月, 果樹試験場口之津支場 (現 果樹研究所カンキツ研究口之津拠点) において, 年内に成熟し, 糖度が高く食味が良い剥皮良好なミカンタイプの品種の育成を目標として, 剥皮容易で良食味, 雄性不稔性かつ単胚性の中間母本系統「EnOw No.21」(‘アンコール’ × ‘興津早生’) を種子親に, 中生で大果であり, 高糖度かつ良食味の ‘陽香’ (松本ら, 1999) を花粉親として交配を行った (Fig. 1). 同年に採種後, 1989年にガラス室内に播種して育苗を行った. 1991年5月に ‘瀬戸温州’ を中間台にして高接ぎを行い, 着花, 結実の促進を図った. 個体番号は EnOw21・陽香-No.10である. 1995年に初結

実し, 果実品質について調査を行った結果, その優秀性が認められたため優良個体として選抜した.

1996年4月よりカンキツ第8回系統適応性・特性検定試験に系統名「カンキツ口之津26号」として供試し, 東は千葉県から南は沖縄県まで28試験地において地域適応性の検討を行ってきた. その結果, 果皮が薄くて軟らかく剥皮良好, 年内収穫が可能で糖度が高く食味が良好であることが明らかになり, 2006年7月に開催された平成18年度果樹系統適応性・特性検定試験成績検討会 (常緑果樹) において, 新品種候補としてふさわしいとの合意が得られた. これを受けて2007年2月の果樹試験研究推進会議において新品種候補とすることが決定され, 農林水産省に命名登録申請および種苗法に基づく品種登録出願を行った. 2008年3月に農業試験研究独立行政法人等育成農作物新品種命名登録要綱に基づき, みかん農林16号 ‘西南のひかり’ と命名, 登録された. また, 2009年3月19日付けで種苗法に基づき品種登録された. 登録番号は第17969号である.

なお, 品種名の ‘西南のひかり’ は九州 (西南暖地) で育成され, カンキツ産地へ光 (ひかり) をもたらす品種になって欲しいという願いを込めて命名された.

本品種の系統適応性検定試験並びに特性検定試験を実施した場所 (2006年当時の名称) は以下のとおりである.

系統適応性検定試験: 千葉県農業総合研究センター暖地園芸研究所 (現 千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所), 神奈川県農業総合研究所根府川試験場 (現 神奈川県農業技術センター足柄地区事務所根府川分室), 静岡県柑橘試験場伊豆分場 (現 静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センター), 愛知県農業総合試験場園芸研究所蒲郡支所 (現 愛知県農業総合試験場園芸部常緑果樹研究室), 三重県科学技術振興センター農業研究部紀南果樹研究室 (現 三重県農業研究所紀南果樹研究室), 和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場 (現 和歌山県果樹試験場), 大阪府立食とみどりの総合技術センター (現 大阪府立環境農林水産総合研究所食とみ

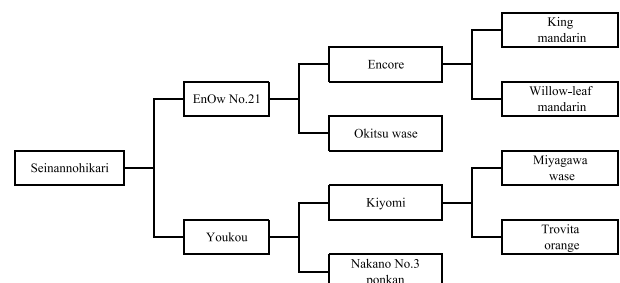


Fig. 1. Pedigree of ‘Seinannohikari’.

どり技術センター), 広島県立農業技術センター果樹研究所 (現 広島県立総合技術研究所農業技術センター果樹研究部), 山口県大島柑きつ試験場 (現 山口県農林総合技術センター農業技術部柑きつ振興センター), 山口県萩柑きつ試験場 (現 山口県農林総合技術センター農業技術部柑きつ振興センターに統合), 香川県農業試験場府中分場 (現 香川県農業試験場府中果樹研究所), 徳島県立農林水産総合技術センター果樹研究所 [徳島県立農林水産総合技術支援センター果樹試験地 (勝浦)], 徳島県立農林水産総合技術センター果樹研究所県北分場 [現 徳島県立農林水産総合技術支援センター果樹試験地 (上板)], 愛媛県立果樹試験場 (現 愛媛県農林水産研究所果樹研究センター), 愛媛県立果樹試験場南予分場 (現 愛媛県農林水産研究所果樹研究センターみかん研究所), 愛媛県立果樹試験場岩城分場 [現 愛媛県東予地方局産業経済部今治支局産地育成室技術普及グループ (岩城駐在)], 高知県農業技術センター果樹試験場, 福岡県農業総合試験場果樹部 (現 福岡県農林業総合試験場果樹部), 佐賀県果樹試験場, 長崎県果樹試験場 (現 長崎県農林技術開発センター果樹研究部門), 熊本県農業研究センター果樹研究所, 熊本県農業研究センター天草農業研究所, 大分県農林水産研究センター果樹研究所 (現 大分県農林水産研究指導センター農林研究部果樹グループ温州ミカンチーム), 大分県農林水産研究センター果樹研究所津久見試験地 (現 大分県農林水産研究指導センター農林研究部果樹グループカボス・中晩柑チーム), 宮崎県総合農業試験場, 宮崎県総合農業試験場亜熱帯作物支場, 沖縄県農業研究センター名護支所

特性検定試験: 静岡県柑橘試験場 (現 静岡県農林技術研究所果樹研究センター) (そうか病), 三重県科学技術振興センター農業研究部紀南果樹研究室 (現 三重県農業研究所紀南果樹研究室) (かいよう病), 愛媛県立果樹試験場 (現 愛媛県農林水産研究所果樹研究セン

ター) (カンキツトリステザウイルス病)

また, 本品種の育成担当者およびその担当期間は次のとおりである.

松本亮司 (1988年4月~1991年3月, 1994年4月~2003年3月), 吉岡照高 (1996年4月~2004年3月), 國賀 武 (1993年10月~2003年2月), 山本雅史 (1988年4月~1996年3月), 高原利雄 (2003年4月~2007年3月), 吉永勝一 (1991年4月~2003年3月), 山田彬雄 (1990年4月~1994年3月), 三谷宣仁 (1996年8月~2001年3月), 奥代直巳 (1988年4月~1990年3月), 稗圃直史 (2003年4月~2006年3月), 池宮秀和 (1989年10月~1992年3月), 今井 篤 (2003年8月~2007年3月), 深町 浩 (2005年10月~2007年3月), 内原 茂 (1988年4月~1991年3月), 野中圭介 (2006年6月~2007年3月) である.

特性の概要

1. 育成地での成績に基づく特性

1) 樹体および花器

‘西南のひかり’の樹勢はやや弱く, 樹姿は直立性と開張性の中間である (Table 1, Fig. 2). ‘はれひめ’に比べて樹勢は弱く, 樹冠の拡大が緩慢である. 枝梢は長さ, 太さともに中位で, 密生する. 節間長は中位である. とげの発生は多く, 長さは中位からやや長い傾向にあるが, 樹齢が進むにつれ, 徐々に短く少なくなってきたり, 樹勢が落ち着けば発生しなくなると考えられる. 葉は小さく, 葉身の形は紡錘形で葉身長は‘はれひめ’よりもやや短い (Table 1). 翼葉は痕跡程度で, 葉柄の長さは短く, 太さは細い. 花は‘はれひめ’と同程度でやや小さく, 総状花序を形成し, 花弁は白色5枚である. 花糸の数は平均18本程度で分離している. 花粉の量は少ない (Table 1). 開花時における子房の形は扁球である.

Table 1. Tree and flower characteristics of ‘Seinannohikari’, ‘Harehime’ and ‘Ota ponkan’ in 2006 at NIFTS, Kuchinotsu, Japan.

Cultivar	Tree vigor ^z	Tree shape ^y	Number of thorns ^x	Leaf blade size		Flower weight (gFW)	Visible pollens ^w	Ovary shape
				Length (cm)	Width (cm)			
Seinannohikari	Weak ~ Medium	Medium	Many	7.6	3.6	0.31	Little	Oblate
Harehime	Medium	Medium	Medium	8.8	3.6	0.40	None	Broad ovate
Ota ponkan	Strong	Upright	Medium	8.2	3.2	0.52	Medium	Globose

^z Classified into three classes: Weak (standard cultivar: ‘Meiwa kumquat’), Medium (‘Kiyomi’, ‘Hyuganatsu’) and Strong (‘Hassaku’).

^y Classified into four classes: Upright (standard cultivar: ‘Ota ponkan’), Medium (‘Miyauchi Iyo’), Spreading (‘Kinokuni’) and Weeping (‘Kiyomi’).

^x Classified into four classes: None (standard cultivar: ‘Miyauchi Iyo’), Few (‘Encore’), Medium (‘Meiwa kumquat’) and Many (‘Hyuganatsu’).

^w Classified into four classes: None (standard cultivar: ‘Kiyomi’), Little (‘Encore’), Medium (‘Miyauchi Iyo’) and Much (‘Hyuganatsu’).

結実性は比較的良好であり、隔年結果性は中程度である。

2) 果実

果実は190 g程度で‘はれひめ’と同程度の大きさであり、‘太田ポンカン’より大きい (Table 2)。果形は扁平形で果形指数 [(横径÷縦径) × 100] は150程度である。果皮は濃橙色で、果頂部は平坦で、果梗部はやや凹む (Fig. 3)。油胞は小さく、その分布は中程度であり、果面の粗滑は中である。果皮の厚さは2.2 mmで‘はれひめ’に比べて薄い。剥皮性は易である。浮皮果の発生は少ない。完全着色期は11月中旬から下旬である。果肉は濃橙色で、じょうのう膜はやわらかく、肉質は柔軟多汁である。す上がりは発生しない。果汁の可溶性固形物含量 (Brix) は2006年12月の調査時で14.6%と非常に高く、平均でも12~13%である。酸含量は12月上旬以降に1.0%以下になり、12月下旬で0.61%と‘はれひめ’と同程度に低い。スイートオレンジとアンコールを混合した芳香を有し、食味良好である。成熟期は、育成地で12月上中旬である。含核数は2~3粒程度で、‘太田ポンカン’よりも少なく無核果も生産される。種子は多胚性である。果肉に含まれる健康機能性成分であるβ-クリプトキサンチン含量は3年平均値で2.76 mg/100 gFWで、ばらつきが大きく有意ではなかったが、高含有とされるウンシュウミカン‘興津早生’に比べて高い傾向にある (Table 3)。また、β-カロテンやビオラキサンチン含量

等は他品種に比べて有意に高く、総カロテノイド含量は‘興津早生’に比べて2倍以上と有意に高かった。本品種は12月以降に浮皮が発生する (Fig. 4)。その発生程度は気象条件にもよるが、2012年、2013年の調査では12月上旬には浮皮果が発生した。ただし、‘青島温州’に比べるとその発生程度は低く、軽度のものが多かった。

3) 病害発生程度

そうか病に対しては展葉初期および落弁期の殺菌剤 (ジチアノン水和剤、フルアジナム水和剤) の散布で発生はなく、かいよう病に対しては春、梅雨時期直前および降水量200 mmを基準とした銅水和剤の散布で軽度の発生がみられた。また、カンキツトリステザウイルスによるステムピッチングの発生程度は中から多であった。

2. 各地における試作結果の概要

系統適応性検定試験を実施した28試験地のうち複数年データのある14試験地の2003年から2005年の3年間の調査結果を用いて Table 4に樹体特性について、Table 5に果実特性についてそれぞれ示した。樹体特性および果実特性の一部は達観評価のため評価値の範囲を示した。それ以外の果実特性は3年間の平均値を各場所の値とした。また、数値データは3年間の標準偏差も付記した。なお、熊本県農業研究センター天草農業研究所は2004年および2005年の2年間の値を用いた。

Table 2. Fruit characteristics of ‘Seinannohikari’, ‘Harehime’ and ‘Ota ponkan’ in 2006 at NIFTS, Kuchinotsu, Japan.

Cultivar	Harvest date of evaluated fruit	Fruit shape	Fruit weight (gFW)	Fruit shape index (%) ^z	Ring color	Rind thickness (mm)	Fruit surface ^y	Peeling ^x
Seinannohikari	Dec. 25	Compressed	191	147	Dark orange	2.2	Medium	Easy
Harehime	Dec. 25	Oblate	196	131	Orange	3.6	Medium	Easy
Ota ponkan	Dec. 25	Oblate	152	130	Orange	2.0	Medium	Easy

^z (Transverse diameter / longitudinal diameter) × 100

^y Classified into three classes: Smooth (standard cultivar: ‘Murcott’), Medium (‘Miyachi Iyo’) and Rough (Yuzu, ‘Sweet Spring’).

^x Classified into three classes: Easy (standard cultivars: ‘Ota ponkan’, ‘Kinokuni’), Medium (‘Miyachi Iyo’) and Difficult (‘Seihou’).

Table 2. Continued.

Cultivar	Firmness of segment membrane ^w	Flesh color	Juiciness ^v	Soluble solids content (%)	Acidity (%)	Number of seeds
Seinannohikari	Soft	Dark orange	High	14.6	0.61	2.3
Harehime	Soft	Orange	High	10.5	0.59	0.3
Ota ponkan	Soft	Dark orange	High	13.5	0.77	7.8

^w Classified into three classes: Soft (standard cultivar: ‘Ota ponkan’), Medium (‘Miyachi Iyo’) and Hard (‘Hayaka’).

^v Classified into three classes: Low (standard cultivar: ‘Hassaku’), Medium (‘Harumi’) and High (‘Kiyomi’, ‘Amakusa’).

1) 樹体の特性

樹勢はやや弱あるいは弱とした場所と中庸とした場所が7か所ずつであった。樹姿は、未調査の1場所を除き、中間と評価したところが11か所であった。枝梢の粗密は密と評価したところが9か所と最も多かった。とげの発生は1か所を除くといずれの試験地でも中～多であり、長さも中～長の試験地が10か所あった。かいよう病は、8か所で発生が認められたが、そのうちの6か所は軽度の発生であり、栽培上問題となるという指摘はなかった。また、他の試験地では未調査の1場所を除き、6か所で発生は認められなかった。そうか病の発生は未調査の1場所を除き、いずれの試験地でも発生は認められなかった。

2) 果実の特性

果実の大きさは試験地により133～215 gの幅があったが、180～210 gの場所が多く、平均は180 gであった。果形指数はすべての場所において130以上で平均は140と扁平に近かった。果皮の厚さは2.2 mm～3.2 mmの幅にあったが、2 mm台の場所がほとんどで、平均2.6 mmで薄かった。剥皮性は2か所で易～中のほか、いずれの試験地でも易であった。浮皮は12か所で発生が認められ、無～軽あるいは軽とした場所が最も多く9か所、中が3か所であった。す上がりの発生は認められず、裂果の発生は1か所を除き認められなかった。果肉歩合は

76～83%の幅があり、平均は80%で果肉の割合は高い。果肉は濃橙色で、肉質は軟から中の幅があり、軟あるいはやや軟とする場所が8か所であった。果汁量は2か所を除き多あるいはやや多であった。じょうのう膜の厚さは薄いあるいはやや薄いと評価した場所が4か所であり、中と評価した試験地が5か所で、測定値では平均で0.15であった。成熟期の果汁の可溶性固形物含量 (Brix)

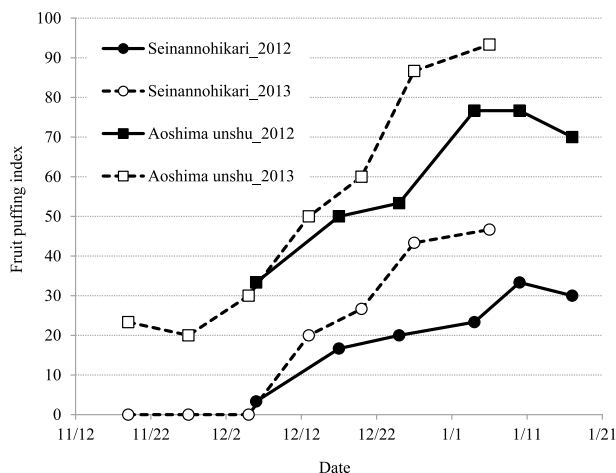


Fig. 4. Changes in the fruit puffing index of 'Seinannohikari' and of 'Aoshima unshu' in 2012 and 2013 at Kuchinotsu, Nagasaki.

The fruit puffing index is defined as follows: $[(3A + 2B + C) / 3N] \times 100$, Where A , B , and C represent the number of fruits with severe, moderate, and slight puffing, respectively, and N represents the total number of fruits ($N = 10$ per cultivar).

Table 3. Carotenoid contents^z in fruit flesh of 'Seinannohikari', 'Harehime', 'Yoshida ponkan' and 'Okitsu wase'.

Cultivar	Content (mg/100 gFW)									
	Phytoene	ζ-carotene	Lycopene	α-carotene	Lutein	β-carotene	β-cryptoxanthin	Zeaxanthin	Violaxanthin	Total carotenoids
Seinannohikari	0.37 (0.07)a ^y	0.46 (0.21)a	0.01 (0.01)	0.01 (0.01)	0.10 (0.03)	0.20 (0.13)a	2.76 (0.86)a	0.13 (0.03)a	1.27 (0.24)a	5.31 (1.31)a
Harehime	0.20 (0.10)ab	0.10 (0.04)b	n.d. ^w	n.d.	n.d.	0.04 (0.02)b	0.71 (0.26)c	0.03 (0.01)c	0.15 (0.00)c	1.24 (0.29)c
Yoshida ponkan	0.17 (0.09)b	0.26 (0.06)ab	0.01 (0.01)	n.d.	0.01 (0.01)	0.07 (0.05)b	0.91 (0.11)bc	0.06 (0.01)b	0.56 (0.11)b	2.05 (0.15)bc
Okitsu wase	0.07 (0.03)c	0.15 (0.03)b	0.01 (0.01)	0.01 (0.01)	0.04 (0.02)	0.07 (0.04)b	1.53 (0.10)ab	0.07 (0.01)b	0.32 (0.12)b	2.26 (0.13)b
Significance ^x										
Among cultivars	**	*				**	***	***	***	***
Among years	*	NS				***	NS	*	NS	NS

^z Carotenoids were extracted from the fruit flesh and analyzed according to the method of Kato et al. (2004). Five fruits were sampled from one tree of each cultivar in December 2007, 2008, and 2009. Data from the each cultivar from the 3 years were averaged, and the value in parentheses represents the standard deviation.

^y Means were tested for significant differences using Tukey's HSD test at $p < 0.05$. Carotenoid contents were analyzed as log-transformed values. Lycopene, α-carotene, and lutein were eliminated from the statistical analysis.

^x NS, *, **, and *** represent nonsignificant, significant at $p < 0.05$, $p < 0.01$, and $p < 0.001$ (two-way analysis of variance).

^w not detected

Table 4. Tree characteristics^z of ‘Seinannohikari’ during the National Citrus Selection Trial (2003 to 2005).

Location	Tree vigor ^x	Tree shape ^x	Density of twigs ^w	Thorn		Occurrence of citrus canker ^u	Occurrence of citrus scab ^u
				Number ^y	Length		
Kanagawa (Odawara)	Medium	Medium	Medium ~ Dense	Many	Long	—	—
Shizuoka (Gamo, Higashi-izu)	Weak	Medium	Medium ~ Dense	Medium ~ Many	Short ~ Medium	Slight	None
Aichi (Gamagori)	Weak	Medium	Dense	Many	Long	None ~ Slight	None
Mie (Minamimuro)	Weak	Medium ~ Spreading	Dense	Many	Medium	Moderate	None
Osaka (Habikino)	Weak ~ Medium	Spreading	Dense	Medium ~ Many	Short ~ Medium	None	None
Wakayama (Arida)	Weak ~ Medium	Medium	Dense	Many	Medium ~ Long	None ~ Moderate	None
Yamaguchi (Oshima)	Medium	Medium	Dense	Medium	Medium	None	None
Kagawa (Sakaide)	Weak	Medium	Medium	Medium	Short	None ~ Slight	None
Ehime (Matsuyama)	Medium	Medium	Dense	Many	Long	None	None
Ehime (Uwajima)	Medium	Medium	Medium ~ Dense	Many	Long	—	—
Saga (Ogi)	Medium	Medium	Dense	Few	Short	None	None
Nagasaki (Minamishimabara)	Medium	Medium	Medium	Many	Medium	Non ~ Slight	None
Kumamoto ^y (Amakusa)	Medium	Medium	Dense	Many	Medium ~ Long	Slight	None
Miyazaki (Miyazaki)	Weak ~ Medium	—	Dense	Many	Long	Slight	None

^z Data are the range of values in the 3 years.^y Data at Kumamoto were from only 2 years (2004 and 2005).^x See Table 1 for trait evaluation^w Classified into three classes: Dense (standard cultivars: ‘Miyauchi Iyo’, ‘Setoka’), Medium (‘Natsudaidei’, ‘Hyuganatsu’) and Sparse (‘Hayasaki’, ‘Lisbon’ lemon)^v Classified into four classes: None (standard cultivar: ‘Miyauchi Iyo’), Few (‘Encore’), Medium (‘Meiwa kumquat’) and Many (‘Hyuganatsu’)^u Classified into four classes: None, Slight, Moderate, and Severe.

は11.9～14.7%の幅があったが、1 か所を除き、12%以上であり、平均は12.7%であった。クエン酸含量は0.67～0.97%の幅があり、平均すると0.81%であった。食味の評価は、糖度が高く、アンコール香やスイートオレンジ香を有し、良好とする場所が多かった。完全種子数は1.0～6.0粒の幅があり、平均は3.7粒であった。果皮の着色開始期は10月中旬～11月中旬の幅があったが、10月下旬の場所が多かった。また完全着色期は11月上旬～12月中旬の幅があったが、11月中旬～下旬とする場所が多かった。成熟期は2 か所を除き12月上旬～中旬と評価した。

3. 特性検定試験結果

2002年から2005年の4年間の検定試験結果を Table 6 に示した。4年間の接種試験によるそうか病の発生は認められず、対照品種の‘土橋紅温州’が発病しているのと比較すると、そうか病に対する抵抗性はウンシュウミカン以上であると考えられる。

圃場観察によるかいよう病の発生程度は春葉、夏葉において AB～DE と評価され、対照品種の‘土橋紅温州’に比べてやや弱く、‘鈴木ネーブル’に比べて強かった。枝と果実では D～E と評価され、ほぼ‘土橋紅温州’と同程度の発病度で‘鈴木ネーブル’より強かった。これらのことから、かいよう病に対する抵抗性は中程度で

Table 5. Fruit characteristics^z of 'Seinannohikari' during the National Citrus Selection Trial (2003 to 2005).

Location	Month of fruit evaluation	Fruit weight (gFW)	Fruit shape index (%) ^x	Rind thickness (mm)	Peeling ^w	Fruit puffing ^v	Percentage of flesh weight (%)	Pulp firmness ^u	Juiciness ^t
Kanagawa (Odawara)	Jan.	133 (20)	142 (2)	2.5 (0.4)	Easy	None ~ Slight	82.8 (5.0)	Medium	High
Shizuoka (Gamo, Higashi-izu)	Dec.	135 (20)	142 (2)	2.6 (0.6)	Easy ~ Medium	None ~ Slight	81.9 (3.6)	Medium	Medium ~ High
Aichi (Gamagori)	Dec.	187 (36)	138 (9)	2.7 (0.6)	Easy	None ~ Slight	80.3 (1.2)	Tender ~ Medium	Medium ~ High
Mie (Minamimuro)	Dec.	187 (22)	140 (1)	3.0 (0.3)	Easy ~ Medium	Slight	76.9 (5.6)	Medium	High
Osaka (Habikino)	Dec.	199 (28)	136 (5)	2.6 (0.1)	Easy	None ~ Moderate	79.9 (0.6)	Tender	High
Wakayama (Arida)	Dec.	157 (33)	134 (4)	3.2 (0.6)	Easy	None ~ Slight	76.3 (0.6)	Tender ~ Medium	High
Yamaguchi (Oshima)	Dec.	160 (12)	143 (6)	2.8 (0.8)	Easy	Slight	81.5 (0.8)	Tender	High
Kagawa (Sakaide)	Dec.	215 (31)	145 (5)	2.4 (0.2)	Easy	Moderate	78.8 (2.2)	Medium	High
Ehime (Matsuyama)	Dec.	180 (35)	142 (5)	2.5 (0.6)	Easy	None	80.6 (1.7)	Tender	High
Ehime (Uwajima)	Jan.	215 (28)	142 (5)	2.8 (0.3)	Easy	Slight ~ Moderate	78.9 (2.6)	Tender ~ Medium	Medium
Saga (Ogi)	Dec.	197 (14)	134 (5)	2.8 (0.5)	Easy	Slight	80.3 (2.2)	Medium	Medium
Nagasaki (Minamishimabara)	Dec.	174 (24)	136 (4)	2.2 (0.4)	Easy	None ~ Slight	82.2 (0.7)	Tender	Medium ~ High
Kumamoto ^y (Amakusa)	Dec.	190 (15)	143 (8)	2.5 (0.4)	Easy	None ~ Slight	80.9 (1.8)	Tender	High
Miyazaki (Miyazaki)	Dec.	188 (30)	136	2.2 (0.3)	Easy	None	79.5 (3.1)	Medium	Medium ~ High
Average	—	180 (33)	140 (5)	2.6 (0.5)	—	—	80.0 (2.9)	—	—

^z Data were the average for 3 years, except for Peeling, Fruit puffing, Pulp firmness, Juiciness and Thickness of segment membrane; the latter five characteristics represent the range during the 3 years. Values in parentheses are the standard deviation at each location.

^y Data from Kumamoto are the average for 2 years (2004 and 2005).

^x (Transverse diameter / longitudinal diameter) × 100

^w Classified into three classes: Easy (standard cultivars: 'Ota ponkan', 'Kinokuni'), Medium ('Miyauchi Iyo') and Difficult ('Seihou')

^v Classified into four classes: None, Slight, Moderate, and Severe.

^u Classified into three classes: Tender (standard cultivars: 'Kiyomi', 'Amakusa'), Medium ('Miyauchi Iyo') and Hard ('Hassaku').

^t Classified into three classes: Low (standard cultivar: 'Hassaku'), Medium ('Harumi') and High ('Kiyomi', 'Amakusa').

あると考えられる。

カンキツトリステザウイルス (CTV) によるステムピッチングの発生程度は46.0～84.0と調査年次により変動はあるものの高かった。また、CTV 指標植物のエトログシトロンを用いた幼苗接木検定では、強度の反応を示した。また、温州萎縮ウイルス (SDV) およびカンキツタターリーフウイルス (CTLV) の感染は認められていない。

4. 栽培適地および栽培上の留意点

成熟期は12月上中旬と早熟性で年内に収穫可能なことから、果実への寒害の恐れは少ないという点で栽培可能な地域は広いと考えられる。系統適応性検定試験においては安定して高品質果実が生産可能であるという判断から特に東海、近畿、九州地方で有望と判断された。しかし、14試験地のうち半分の7か所で樹勢が弱いあるいはやや弱いという評価であり、所見として樹体が矮性で樹冠拡大が遅いという指摘もあった。このことから特に苗木による栽培にあたっては乾燥する地域では灌水設備を

Table 5. Continued².

Location	Thickness of segment membrane ^s (mm)	Soluble solids content (%)	Acidity (%)	Number of seeds	Full bloom ^r	Beginning of rind coloration ^q	Full rind coloration ^p	Ripening time ^o
Kanagawa (Odawara)	Medium	12.2 (0.4)	0.95 (0.29)	6.0 (1.8)	Mid May	Mid Nov.	Mid Dec.	Late Dec.
Shizuoka (Gamo, Higashi-izu)	Thin ~ Medium	13.8 (0.1)	0.95 (0.06)	1.3 (0.9)	Mid May	Late Oct.	Late Nov.	Mid Dec.
Aichi (Gamagori)	Thin ~ Medium	13.3 (0.5)	0.76 (0.09)	1.6 (0.4)	Mid May	Mid Oct.	Late Nov.	Early Dec.
Mie (Minamimuro)	Medium	12.1 (1.1)	0.76 (0.04)	1.0 (1.3)	Late April	Late Oct.	Early Dec.	Late Nov.
Osaka (Habikino)	0.16	12.3 (0.2)	0.81 (0.08)	5.0 (0.9)	Early May	Mid Oct.	Late Nov.	Mid Dec.
Wakayama (Arida)	—	12.6 (1.0)	0.94 (0.07)	3.9 (2.5)	Early May	Mid Oct.	Mid Nov.	Mid Dec.
Yamaguchi (Oshima)	Medium	12.3 (0.8)	0.68 (0.10)	4.9 (3.6)	Mid May	Late Oct.	Mid Nov.	Mid Dec.
Kagawa (Sakaide)	0.16	13.0 (0.8)	0.70 (0.06)	1.7 (2.5)	Mid May	Early Nov.	Early Dec.	Mid Dec.
Ehime (Matsuyama)	Thin ~ Medium	12.4 (0.9)	0.77 (0.04)	3.4 (4.9)	Mid May	Late Oct.	Early Dec.	Mid Dec.
Ehime (Uwajima)	Medium	14.7 (1.8)	0.84 (0.42)	5.2 (2.4)	Early May	Early Nov.	Late Nov.	Mid Dec.
Saga (Ogi)	Medium	12.0 (0.2)	0.73 (0.08)	5.9 (0.8)	Early May	Mid Oct.	Early Nov.	Early Dec.
Nagasaki (Minamishimabara)	0.13	13.3 (0.5)	0.97 (0.10)	1.5 (0.7)	Early May	Late Oct.	Mid Nov.	Early Dec.
Kumamoto ^y (Amakusa)	Thin	11.9 (0.2)	0.80 (0.03)	5.2 (1.7)	Early May	Mid Oct.	Early Nov.	Mid Dec.
Miyazaki (Miyazaki)	0.16	12.3 (0.3)	0.67 (0.09)	5.2 (4.8)	Early May	Late Oct.	Early Dec.	Early Dec.
Average	0.15	12.7 (1.0)	0.81 (0.16)	3.7 (2.8)	Early May	Late Oct.	Late Nov.	Mid Dec.

^s The thickness of the segment membrane was evaluated by the two way, i.e. (i) it was measured using a microcaliper or (ii) was classified into three classes by masticating the segment membrane: Thin (standard cultivars: ‘Setoka’, ‘Harumi’), Medium (‘Aoshima unshu’) and Thick (‘Hassaku’, ‘Natsudaikai’).

^r Time when more than 80% of the flower buds on the tree were open.

^q Time when 10% of the rind surface began coloring.

^p Time when the rind of fruits on the tree was fully colored.

^o Time when the fruit eating quality was highest for fruit on the tree.

備えることが望ましい。一般に樹勢の弱いカンキツ品種では、早期の樹冠拡大と発根を促すために幼木期の芽かき、誘引および摘蕾が有効であることが示されている(鯨ら, 2006)。また、着果は強い枝梢の発生を著しく抑制する(中島および堀金, 1965)。したがって、樹勢のやや弱い本品種においても幼木時には芽かき、誘引を徹底して樹冠拡大に努め、早期に着果負担をかけないように留意する必要があると考えられる。さらに、結実開始後には樹勢の維持・強化を図るため、摘果を十分に実施して、適切な肥培管理等に留意する必要があると考えら

れる。

特性検定試験の結果から本品種はそうか病にウンシュウミカン以上に強く、系統適応性検定試験においても発生が認められた試験地はないためウンシュウミカンに準じた防除で発生を抑えられると考えられる。また、かいよう病に対しては中程度の抵抗性であったが、系統適応性検定試験ではほとんどの試験地で発生程度が無～軽であったことから慣行防除を行うことにより栽培上問題となることはないと考えられる。一方、カンキツトリステザウイルス (CTV) については、前述したようにステム

Table 6. Resistance of 'Seinannohikari' to citrus scab (*Elsinoe fawcettii*), citrus canker (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) and citrus tristeza virus.

Disease	Cultivar	Disease severity index or disease severity															
		2002				2003				2004				2005			
Citrus scab	'Seinanno hikari'	0 ^z				0				0				0			
	'Dobashi beni-unshu'	4.9				18.6				1.5				2.1			
		Spring leaves	Summer leaves	Twigs	Fruit	Spring leaves	Summer leaves	Twigs	Fruit	Spring leaves	Summer leaves	Twigs	Fruit	Spring leaves	Summer leaves	Twigs	Fruit
Citrus canker	'Seinanno hikari'	DE ^y	C	DE	—	C	B	DE	—	CD	AB	D	DE	D	B	DE	E
	'Dobashi beni-unshu'	DE	D	E	E	E	C	DE	E	CD	BC	D	E	D	CD	DE	E
	'Suzuki navel'	C	BC	DE	DE	C	A	C	DE	BC	AB	C	D	C	A	C	CD
Citrus tristeza virus	'Seinanno hikari'	46.0 ^x				84.0				48.0				76.0			

The data refer to the evaluation of disease resistance carried out at the Shizuoka Prefecture Citrus Experimental Station (citrus scab), Mie Prefecture Science and Technology Promotion Center Agricultural Research Division (citrus canker), and Ehime Fruit Tree Experimental Station (citrus tristeza virus).

^z Disease severity index:

$$[(5A + 3B + C) / 5N] \times 100$$

Where *A*, *B*, and *C* represent the number of samples in categories *A* = severe, *B* = moderate, and *C* = slight, respectively, and *N* represents the number of samples investigated.

^y Degree of occurrence of citrus canker: *A* = most severe, *B* = severe, *C* = moderate, *D* = slight, *E* = none.

^x Rate of occurrence of stem pitting:

$$[(5A + 3B + C) / 5N] \times 100$$

Where *A*, *B*, and *C* represent the number of samples in categories *A* = severe, *B* = moderate, and *C* = slight, respectively, and *N* represents the number of samples investigated.

ピットイングの発生程度は高く、幼苗検定では強度の反応を示したが、現在のところ系統適応性検定試験を含む通常の栽培において、CTVによる樹勢低下は確認されていない。

本品種は12月上旬以降に浮皮が発生する。気象条件にもよるが、成熟に伴い著しい浮皮が発生する場合もあるため、浮皮が発生し始めたら早期に収穫することが望ましい。

摘 要

1. '西南のひかり'は1988年に果樹試験場口之津支場において、アンコール・興津早生 No.21に'陽香'を交配して育成された品種である。1996年よりカンキツ第8回果樹系統適応性・特性検定試験に系統名「カンキツ口之津26号」として供試した。その結果、2008年3月にみかん農林16号'西南のひかり'と命名、登録された。また、2009年3月19日付けで、種苗法に基づき第17969号として品種登録された。

2. 樹勢はやや弱く、樹姿は直立性と開張性の中間である。枝梢は長さ、太さともに中位で密生する。結実性は比較的良好であり、隔年結果性は中程度である。そうか病には強く、かいよう病には中程度の抵抗性がある。カンキツトリステザウイルス (CTV) に弱く、ステムピットイングの発生程度は中から多である。

3. 果実は平均180 g程度で、扁平形である。果皮は濃橙色で、果面の粗滑は中位である。果皮の厚さは2 mm程度で薄い。剥皮性は容易である。果肉は濃橙色で、じょうのう膜はやわらかく、肉質は柔軟多汁である。果汁の可溶性固形物含量 (Brix) は平均で12~13%と高く、酸含量は12月上旬以降1.0%以下になる。成熟期は12月上中旬である。含核数は2~3粒程度である。果肉に含まれる総カロテノイド含量は'興津早生'よりも有意に高く、β-クリプトキサンチン含量も3年平均値で2.76 mg/100gFW程度と高かった。

4. 成熟期が早いいため栽培可能な地域は広いと考えられる。樹勢がやや弱いいため、特に苗木による栽培にあたっては早期の樹冠拡大に努める。また、12月以降に発生す

る浮皮に注意しながら12月上中旬に収穫することが望ましい。

引用文献

- 1) Ikoma, Y., A. Komatsu, M. Kita, K. Ogawa, M. Omura, M. Yano, and T. Moriguchi. 2001. Expression of a phytoene synthase gene and characteristic carotenoid accumulation during citrus fruit development. *Physiol. Plant.* 111: 232-238.
- 2) Kato, M., Y. Ikoma, H. Matsumoto, M. Sugiura, H. Hyodo, and M. Yano. 2004. Accumulation of carotenoids and expression of carotenoid biosynthetic genes during maturation in citrus fruit. *Plant Physiol.* 134: 824-837.
- 3) 鯨 幸和・中谷 章・上田栄仁・宮本久美. 2006. 「ゆら早生」ブランド果実の連年安定生産技術開発 4) 肥培管理法の検討 (1) 地上部管理法の違いが樹体の成長に及ぼす影響. 平成18年度果樹試験研究成績. p37-38. 和歌山県農林水産総合技術センター.
- 4) 松本亮司・奥代直巳・山本雅史・高原利雄・山田彬雄・生山 巖・石内傳治・浅田謙介・池宮秀和・村田広野・國賀 武・七條寅之助・吉永勝一・内原 茂・小泉銘冊・岩波 徹. 1999. カンキツ新品種 ‘陽香’. 果樹試報. 33: 67-76.
- 5) 松本亮司. 2001. 晩生カンキツ ‘不知火’. 果樹試報. 35: 115-120.
- 6) 松本亮司・山本雅史・國賀 武・吉岡照高・三谷宣仁・奥代直巳・山田彬雄・浅田謙介・池宮秀和・吉永勝一・内原 茂・生山 巖・村田広野. 2003. カンキツ新品種 ‘せとか’. 果樹研報. 2: 25-31.
- 7) 中島芳和・堀金正己. 1966. 結実が温州ミカン幼樹の生育及び養水分吸収に及ぼす影響. 高知大学学術研究報告 自然科学編. 14: 7-14.
- 8) Nishiura, M. 1964. Citrus breeding and bud selection in Japan. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 77: 79-83.
- 9) 西浦昌男・七條寅之助・上野 勇・岩政正男・木原武士・山田彬雄・吉田俊雄・岩崎藤助. 1983. カンキツ新品種 ‘清見’ について. 果樹試報. B10: 1-9.
- 10) Nonaka, K., M. Kita, Y. Ikoma, H. Fukamachi, A. Imai, T. Yoshioka and M. Yamada. 2012. Genetic differences and environmental variations in carotenoid contents of fruit flesh in parental population used in citrus breeding in Japan. *J. Amer.Soc. Hort. Sci.* 137(4): 243-249.
- 11) 農林水産省. “特産果樹生産動態等調査 (平成23年産)”. (オンライン), 入手先 http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/index.html, (参照2014-5-6).
- 12) 農林水産省. “面積調査 (長期累年・耕地及び作付面積統計)”. (オンライン), 入手先 <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/menseki/index.html>, (参照2014-5-6).
- 13) Okudai, N. 1982. Recent Trend in breeding medium- and late-maturing citrus in Japan. *JARQ.*
- 14) 奥代直巳・松本亮司・生山 巖・高原利雄・石内伝治・浅田謙介・村田広野. 1991. カンキツ新品種 ‘南香’. 果樹試報. 20: 71-77.
- 15) 奥代直巳・松本亮司・生山 巖・高原利雄・山本雅史・浅田謙介・石内伝治・村田広野. 1991. カンキツ新品種 ‘早香’. 果樹試報. 21: 51-57.
- 16) Rodrigo, M. J., J. F. Marcos, and L. Zacarias. 2004. Biochemical and molecular analysis of carotenoid biosynthesis in flavedo of orange (*Citrus sinensis* L.) during fruit development and maturation. *J. Agr. Food Chem.* 52: 6724-6731.
- 17) Sugiura, M., M. Kato, H. Matsumoto, A. Nagao, and M. Yano. 2002a. Serum concentration of beta-cryptoxanthin in Japan reflects the frequency of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) consumption. *J. Health Sci.* 48: 350-353.
- 18) Sugiura, M., H. Matsumoto, M. Kato, Y. Ikoma, M. Yano, and A. Nagao. 2004. Seasonal changes in the relationship between serum concentration of beta-cryptoxanthin and serum lipid levels. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 50: 410-415.
- 19) Sugiura, M., H. Matsumoto, and M. Yano. 2002b. Cross-sectional analysis of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) consumption and health status based on a self-administered questionnaires. *J. Health Sci.* 48: 366-369.
- 20) Sugiura, M., M. Nakamura, Y. Ikoma, M. Yano, K. Ogawa, H. Matsumoto, M. Kato, M. Ohshima, and A. Nagao. 2006. The homeostasis model assessment-insulin resistance index is inversely associated with serum carotenoids in non-diabetic subjects. *J. Epidemiol.* 16: 71-78.
- 21) Sugiura, M., M. Nakamura, K. Ogawa, Y. Ikoma, F. Ando, H. Shimokata, and M. Yano. 2011. Dietary patterns of antioxidant vitamin and carotenoid intake associated with bone mineral density: findings from post-menopausal Japanese female subjects. *Osteoporosis Intl.* 22: 143-152.
- 22) Sugiura, M., M. Nakamura, K. Ogawa, Y. Ikoma, F. Ando, and M. Yano. 2008. Bone mineral density in post-menopausal female subjects is associated with serum

antioxidant carotenoids. *Osteoporosis Intl.* 19: 211-219.

- 23) 山田彬雄・奥代直巳・松本亮司・山本雅史・高原利雄・生山 巖・石内傳治・浅田謙介・池宮秀和・村田広野. 1995. カンキツ新品種 ‘ありあげ’. 果樹試報. 28 : 1-13.
- 24) 吉田俊雄・根角博久・吉岡照高・中野睦子・伊藤祐

司・村瀬昭治・瀧下文孝. 2005. カンキツ新品種 ‘はれひめ’. 果樹研報. 4 : 37-45.

- 25) 吉岡照高・松本亮司・奥代直巳・山本雅史・國賀武・山田彬雄・三谷宣仁・生山 巖・村田広野・浅田謙介・池宮秀和・内原 茂・吉永勝一. 2009. カンキツ新品種 ‘麗紅’. 果樹研報. 8 : 15-23.



Fig. 2. A bearing tree of 'Seinannohikari'.



Fig. 3. The fruit of 'Seinannohikari'.